

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
12. April 2001 (12.04.2001)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 01/26273 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **H04L 1/00**

[DE/DE]; Maxhofstr. 62, D-81475 München (DE). **LOB-  
INGER, Andreas** [DE/DE]; Kolpingstr. 6, D-83714  
Miesbach (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE00/01374

(22) Internationales Anmeldedatum:  
2. Mai 2000 (02.05.2000)

(74) **Gemeinsamer Vertreter: SIEMENS AKTIENGE-  
SELLSCHAFT**; Postfach 22 16 34, D-80506 München  
(DE).

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(81) **Bestimmungsstaaten (national):** CN, HU, US.

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(84) **Bestimmungsstaaten (regional):** europäisches Patent (AT,  
BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC,  
NL, PT, SE).

(30) **Angaben zur Priorität:**  
199 48 369.8 7. Oktober 1999 (07.10.1999) DE

**Veröffentlicht:**

— Mit internationalem Recherchenbericht.

(71) **Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von  
US): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT** [DE/DE];  
Wittelsbacherplatz 2, D-80333 München (DE).

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen  
Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on  
Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe  
der PCT-Gazette verwiesen.*

(72) **Erfinder; und**

(75) **Erfinder/Anmelder (nur für US): RAAF, Bernhard**

(54) **Title:** METHOD FOR ADAPTING THE DATA RATE IN A COMMUNICATION DEVICE

(54) **Bezeichnung:** VERFAHREN ZUR ANPASSUNG DER DATENRATE IN EINER KOMMUNIKATIONSVORRICHTUNG

	MODEL BEGINNING	MODEL MID-SECTION	MODEL END
	Musteranfang	Mustermitte	Musterende
A	101011011011101110111011101110	...11111...	011101110111011101110110101
B	01011011011101110111011101110	...11111...	01110111011101110111011010
C	00101010110110110	...11111...	01101101101010100

(57) **Abstract:** The invention relates to a method for adapting the data rate of a data stream in a communication device (1), in particular in a mobile radio transmitter, whereby the individual data blocks are pointed according to a specific pointing model and the bits pointed according to the pointing model are removed from the respective data block. The pointing model is configured in such a way that it has a steadily increasing pointing rate extending from the middle of the discrete data block to at least one end of said data block.

(57) **Zusammenfassung:** Zur Anpassung der Datenrate eines Datenstroms in einer Kommunikationsvorrichtung (1), insbesondere in einem Mobilfunksender, werden die einzelnen Datenblöcke des Datenstroms gemäß einem bestimmten Punktierungsmuster punktiert, wobei durch die Punktierung dem Punktierungsmuster entsprechende Bits aus dem jeweiligen Datenblock entfernt werden und das Punktierungsmuster derart ausgestaltet ist, daß es eine von einem mittleren Bereich der einzelnen Datenblöcke zu wenigstens einem Ende der einzelnen Datenblöcke hin stetig zunehmende Punktierungsrate aufweist.



WO 01/26273 A1

## Beschreibung

## VERFAHREN ZUR ANPASSUNG DER DATENRATE IN EINER KOMMUNIKATIONSVORRICHTUNG

5

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren nach dem Oberbegriff des Anspruches 1 zur Anpassung der Datenrate in einer Kommunikationsvorrichtung sowie eine entsprechende  
10 Kommunikationsvorrichtung nach dem Oberbegriff des Anspruches 16.

Die Mobilfunktechnik befindet sich in einer raschen Entwicklung. Augenblicklich wird an der Standardisierung des  
15 sogenannten UMTS-Mobilfunkstandards ('Universal Mobile Telecommunication System') für Mobilfunkgeräte der dritten Mobilfunkgeneration gearbeitet. Gemäß dem derzeitigen Stand der UMTS-Standardisierung ist vorgesehen, die über einen Hochfrequenzkanal zu übertragenden Daten einer Kanalcodierung  
20 zu unterziehen, wobei hierzu insbesondere Faltungscodes ('Convolutional Codes') verwendet werden. Durch die Kanalcodierung werden die zu übertragenden Daten redundant codiert, wodurch auf der Empfängerseite eine zuverlässigere Wiedergewinnung der gesendeten Daten möglich ist. Der bei der  
25 Kanalcodierung jeweils verwendete Code wird durch seine Coderate  $r = k/n$  charakterisiert, wobei  $k$  die Anzahl der zu übertragenden Daten- oder Nachrichtenbits und  $n$  die Anzahl der nach der Codierung vorliegenden Bits bezeichnet. Je kleiner die Coderate ist, desto leistungsfähiger ist in der  
30 Regel der Code. Ein mit der Codierung verbundenes Problem ist jedoch, daß die Datenrate um den Faktor  $r$  reduziert wird.

Um die Datenrate des codierten Datenstroms an die jeweils mögliche Übertragungsrate anzupassen, wird im Sender eine  
35 Ratenanpassung ('Rate Matching') durchgeführt, wobei nach einem bestimmten Muster entweder Bits aus dem Datenstrom entfernt oder in dem Datenstrom verdoppelt werden. Das

Entfernen von Bits wird als 'Punktieren' und das Verdoppeln als 'Repetieren' bezeichnet.

Gemäß dem derzeitigen Stand der UMTS-Standardisierung wird vorgeschlagen, zur Ratenanpassung einen Algorithmus zu verwenden, der eine Punktierung mit einem annähernd regelmäßigen Punktierungsmuster durchführt, d.h. die zu punktierenden Bits sind äquidistant über den jeweils zu punktierenden codierten Datenblock verteilt.

Darüber hinaus ist bekannt, daß beim Faltungscodieren die Bitfehlerrate (Bit Error Rate, BER) am Rand eines entsprechend codierten Datenblocks abnimmt. Ebenso ist bekannt, daß die Bitfehlerrate innerhalb eines Datenblocks durch ungleichmäßig verteiltes Punktieren lokal verändert werden kann. Diese Erkenntnisse wurden dazu genutzt, heuristisch ein Punktierungsmuster zu finden, nach dessen Anwendung alle Bits des punktierten Datenblocks eine ihrer jeweiligen Wichtigkeit entsprechende Bitfehlerrate besitzen. Ein derartiges Vorgehen ist jedoch für UMTS-Mobilfunksysteme nicht praktikabel, da hier ein allgemeingültiger Algorithmus benötigt wird, der für jede Bitanzahl eines zu punktierenden Datenblocks und für jede Punktierungsrate die gewünschten Ergebnisse liefert.

Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Anpassung der Datenrate eines Datenstroms in einer Kommunikationsvorrichtung und sowie eine entsprechende Kommunikationsvorrichtung bereitzustellen, welche zu einer zufriedenstellenden Bitfehlerrate führt und insbesondere in Mobilfunksystemen mit Faltungscodierung einsetzbar ist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 bzw. eine Kommunikationsvorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 16

gelöst. Die Unteransprüche definieren bevorzugte und vorteilhafte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung.

Erfindungsgemäß werden die einzelnen Datenblöcke des  
5 Datenstroms zur Anpassung der Datenrate gemäß einem bestimmten Punktierungsmuster punktiert, wobei das Punktierungsmuster derart ausgestaltet ist, daß es eine von einem mittleren Bereich der einzelnen Datenblöcke zu  
10 mindestens einem Ende der einzelnen Datenblöcke hin stetig zunehmende Punktierungsrate aufweist.

Vorzugsweise weist das Punktierungsmuster eine von dem mittleren Bereich zu beiden Enden des jeweiligen Datenblocks hin stetig zunehmende Punktierungsrate auf. Auf diese Weise  
15 werden die Bits am Anfang und Ende des jeweils zu punktierenden Datenblocks stärker punktiert, wobei dies nicht mit einer gleichmäßigen Punktierungsrate, sondern mit einer zu den beiden Enden des jeweiligen Datenblocks hin kontinuierlich ansteigenden Punktierungsrate erfolgt, d.h.  
20 der Abstand zwischen den punktierten Bits wird zu den beiden Enden des Datenblocks hin immer kürzer.

Diese Punktierung führt zu einer über den punktierten Datenblock gleichmäßiger verteilten Fehlerrate der einzelnen  
25 Bits und hat zudem eine verminderte Gesamtfehlerwahrscheinlichkeit zur Folge.

Diese Vorteile werden auch dann beibehalten, wenn die Datenblöcke zunächst wie beschrieben punktiert und  
30 anschließend nochmals einer Punktierung mit einem gleichmäßigen Punktierungsmuster unterzogen. Ebenso kann anschließend an die zuvor beschriebene Punktierung eine Repetierung durchgeführt werden. Auf diese Weise kann sehr einfach durch zwei aufeinanderfolgende Operationen, nämlich  
35 durch eine Punktierung mit einem fixen Punktierungsmuster, dessen Punktierungsrate stetig zu den beiden Enden des jeweiligen Datenblocks zunimmt, und eine anschließende

weitere Punktierung oder Reptierung, die gewünschte Datenrate, d.h. die gewünschte Anzahl von zu übertragenden Bits pro Datenblock, erhalten werden.

- 5 Die vorliegende Erfindung eignet sich insbesondere zur Anpassung der Datenrate eines faltungscodierten Datenstroms und kann somit bevorzugt in UMTS-Mobilfunksystemen eingesetzt werden, wobei dies sowohl den Bereich des Mobilfunksenders als auch denjenigen des Mobilfunkempfängers betrifft. Die  
10 Erfindung ist jedoch nicht auf diesen Anwendungsbereich beschränkt, sondern kann allgemein überall dort Anwendung finden, wo die Datenrate eines Datenstroms anzupassen ist.

- Die vorliegende Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme  
15 auf die beigefügte Zeichnung anhand bevorzugter Ausführungsbeispiele näher beschrieben.

- Fig. 1 zeigt ein vereinfachtes Blockschaltbild eines erfindungsgemäßen Mobilfunksenders,  
20

- Fig. 2 zeigt eine Darstellung von verschiedenen Ausführungsbeispielen für ein Punktierungsmuster, welches von einer in Fig. 1 gezeigten Einheit zur Anpassung der Datenrate verwendet werden kann,  
25

- Fig. 3A zeigt einen Vergleich der mit einer erfindungsgemäßen Punktierung bzw. einer herkömmlichen Punktierung hinsichtlich der über einen punktierten Datenblock verteilten Bitfehlerwahrscheinlichkeit erzielbaren Ergebnisse, und  
30

- Fig. 3B zeigt einen Vergleich der mit einer erfindungsgemäßen Punktierung bzw. einer herkömmlichen Punktierung hinsichtlich der daraus resultierenden Gesamtfehlerwahrscheinlichkeit erzielbaren Ergebnisse.  
35

In Fig. 1 ist schematisch der Aufbau eines erfindungsgemäßen Mobilfunksenders 1 dargestellt, von dem Daten oder

Kommunikationsinformationen, insbesondere Sprachinformationen, über einen Hochfrequenz-Übertragungskanal an einen Empfänger übertragen werden. In Fig. 1 sind insbesondere die an der Codierung dieser Informationen oder Daten beteiligten Komponenten dargestellt. Die von einer Datenquelle 2, beispielsweise einem Mikrofon, gelieferten Informationen werden zunächst mit einem digitalen Quellcodierer 3 in eine Bitfolge umgesetzt. Die sprachcodierten Daten werden anschließend mit Hilfe eines Kanalcodierers 4 codiert, wobei die eigentlichen Nutz- oder Nachrichtenbits redundant codiert werden, wodurch Übertragungsfehler erkannt und anschließend korrigiert werden können. Die sich bei der Kanalcodierung ergebende Coderate  $r$  ist eine wichtige Größe zur Beschreibung des jeweils bei der Kanalcodierung eingesetzten Codes und ist, wie bereits erwähnt worden ist, durch den Ausdruck  $r = k/n$  definiert. Dabei bezeichnet  $k$  die Anzahl der Datenbits und  $n$  die Anzahl der insgesamt codierten Bits, d.h. die Anzahl der hinzugefügten redundanten Bits entspricht dem Ausdruck  $n - k$ . Ein Code mit der oben definierten Coderate  $r$  wird auch als  $(n,k)$ -Code bezeichnet, wobei die Leistungsfähigkeit des Codes mit abnehmender Coderate  $r$  zunimmt. Zur Kanalcodierung werden üblicherweise sogenannte Blockcodes oder Faltungscodes verwendet.

Nachfolgend soll davon ausgegangen werden, daß - wie durch den derzeitigen Stand der UMTS-Standardisierung festgelegt ist - bei der Kanalcodierung Faltungscodes zur Anwendung kommen. Ein wesentlicher Unterschied zu Blockcodes besteht darin, daß bei Faltungscodes nicht einzelne Datenblöcke nacheinander codiert werden, sondern daß es sich um eine kontinuierliche Verarbeitung handelt, wobei jedes aktuelle Codewort einer zu codierenden Eingangssequenz auch von den vorhergehenden Eingangssequenzen abhängt. Unabhängig von der Coderate  $r = k/n$  werden Faltungscodes auch durch die sogenannte Einflußlänge oder 'Constraint Length'  $K$  charakterisiert. Die 'Constraint Length' gibt an, über

wieviele Takte von  $k$  neuen Eingangsbits des Faltungscodierers 5 ein Bit das von dem Faltungscodierer 5 ausgegebene Codewort beeinflußt.

5 Vor der Übertragung der kanalcodierten Informationen zu dem Empfänger können diese einem Interleaver 5 zugeführt werden, der die zu übertragenden Bits gemäß einem bestimmten Schema zeitlich umordnet und dabei zeitlich spreizt, wodurch die in der Regel bündelweise auftretenden Fehler verteilt werden, um  
10 einen sogenannten gedächtnislosen (memoryless) Übertragungskanal mit einer quasizufälligen Fehlerverteilung zu erhalten. Die auf diese Weise codierten Informationen oder Daten werden einem Modulator 7 zugeführt, dessen Aufgabe es ist, die Daten auf ein Trägersignal aufzumodulieren und gemäß  
15 einem vorgegebenen Vielfachzugriffsverfahren über einen Hochfrequenz-Übertragungskanal 3 an einen Empfänger zu übertragen.

Zur Übertragung wird der codierte Datenstrom in Datenblöcke  
20 aufgeteilt, wobei der Faltungscodierer 4 zu Beginn eines Datenblocks in einen bekannten Zustand gesetzt wird. Am Ende wird jeder codierte Datenblock durch sogenannte 'Tailbits' abgeschlossen, so daß der Faltungscodierer 4 sich wieder in einem bekannten Zustand befindet. Durch diesen Aufbau des  
25 Faltungscodes sowie des Faltungscodierers 4 wird erreicht, daß die Bits am Anfang und Ende eines codierten Datenblocks besser als in der Blockmitte gegen Übertragungsfehler geschützt sind.

30 Die Fehlerwahrscheinlichkeit eines Bits ist abhängig von seiner Lage innerhalb des jeweiligen Datenblocks unterschiedlich. Dieser Effekt wird beispielsweise bei der Sprachübertragung in GSM-Mobilfunksystemen ausgenutzt, indem die wichtigsten Bits an den beiden Blockenden plaziert  
35 werden, wo die Fehlerwahrscheinlichkeit am geringsten ist. Bei Datenübertragungen werden jedoch im allgemeinen Datenpakete bereits dann verworfen, wenn nur ein einziges

übertragenes Bits fehlerhaft ist, was beispielsweise im Empfänger durch einen sogenannten 'Cyclic Redundancy Check' (CRC) festgestellt werden kann. Daher kann bei einer Datenübertragung nicht von wichtigen oder weniger wichtigen Bits gesprochen werden, sondern alle Bits sind als gleich wichtig anzusehen.

Um die Datenrate des codierten Datenstroms an die jeweils mögliche Übertragungsrate anzupassen, wird vor dem Modulator 7 eine Ratenanpassung ('Rate Matching') durchgeführt. Bei dem in Fig. 1 gezeigten Ausführungsbeispiel ist die Ratenanpassung auf zwei Einheiten 6a und 6b aufgeteilt, wobei die Einheit 6a eine Punktierung gemäß einem bestimmten Punktierungsmuster durchführt, um eine gleichmäßigere Fehlerverteilung über einen Datenblock zu erzielen. Die optionale Einheit 6b führt daran anschließend gegebenenfalls eine weitere Punktierung oder eine Repetierung durch, um schließlich die gewünschte Datenrate zu erhalten. Die in Fig. 1 gezeigte Reihenfolge der Einheiten 6a und 6b sowie des Interleavers 5 sind lediglich beispielhaft zu verstehen. Der Interleaver kann auch nach der Einheit 6b angeordnet sein. Ebenso kann der Interleaver 5 auch durch zwei Interleaver vor und nach der Einheit 6b ersetzt sein usw..

Der vorliegenden Erfindung liegt das Prinzip zugrunde, die codierten Datenblöcke während der Ratenanpassung am Anfang und/oder am Ende des jeweiligen Datenblocks stärker zu punktieren, wobei dies mit einer vom Rand zur Mitte des jeweiligen Datenblocks abnehmenden Punktierungsrate erfolgt, d.h. in einem von der Einheit 6a ausgegebenen Datenblock ist der Abstand zwischen aufeinanderfolgenden Punktierungen am Anfang und am Ende des jeweiligen Datenblocks am kleinsten und wird zur Mitte hin immer größer.

Für die von der Einheit 6a zu verwendenden Punktierungsmuster sind unterschiedliche Ausführungsformen denkbar. Im einfachsten Fall wird die Punktierung jedes Datenblocks stets



mit demselben Muster durchgeführt. Ebenso kann jedoch auch abhängig von der Länge des jeweils zu punktierenden Datenblocks ein unterschiedliches Punktierungsmuster verwendet werden. Diese Vorgehensweise ist insbesondere bei  
5 kurzen Datenblöcken vorteilhaft, da in diesem Fall das vorgegebene Punktierungsmuster verkürzt werden kann, um ein Überlagern oder 'Ineinanderwachsen' der für den Blockanfang und das Blockende vorgesehen Abschnitte des Punktierungsmusters zu vermeiden, was ansonsten eine zu  
10 starke Punktierung des mittleren Bereichs des Datenblocks zur Folge haben könnte.

Bei Verwendung eines Faltungscodes mit einer Coderate  $r = 1/n$  und einer 'Constraint Length'  $K$  werden in einen codierten  
15 Datenblock  $n \cdot (K-1)$  Tailbits eingefügt. Das von der Ratenanpassungseinheit 6 angewendete Punktierungsmuster sollte daher in diesem Fall derart ausgestaltet sein, daß am Anfang und Ende des zu punktierenden Datenblocks zusammen weniger als  $n \cdot (K-1)$  Bits punktiert werden. Dies kann dadurch  
20 erreicht werden, daß jeweils am Anfang und am Ende des Datenblocks weniger als  $n \cdot (K-1)/2$  Bits punktiert werden.

In Fig. 2 sind verschiedene Möglichkeiten für erfindungsgemäße Punktierungsmuster dargestellt, wobei die  
25 einzelnen Punktierungsmuster A-C jeweils in einen (auf den Anfang eines Datenblocks anzuwendenden) Musteranfangsabschnitt, einen (auf den mittleren Bereich des Datenblocks anzuwendenden) Mustermittelabschnitt und einen (auf das Ende des Datenblocks anzuwendenden) Musterendabschnitt aufgeteilt sind und jede Ziffer ein  
30 codiertes Bit darstellt. Durch eine '1' wird ein zu übertragendes Bit und durch eine '0' ein aus dem jeweiligen Datenblock zu entfernendes oder zu punktierendes Bit bezeichnet. Die einzelnen Muster können jeweils algorithmisch  
35 gebildet werden und haben gemeinsam, daß durch den Mustermittelabschnitt jeweils kein Bit punktiert wird, da er ausschließlich '1'-Bits umfaßt. Die Musteranfangs- und

Musterendabschnitte sind hingegen jeweils derart ausgestaltet, daß vom Mittelabschnitt zum Rand hin die Punktierungsrate kontinuierlich zunimmt und die Abstände zwischen den punktierten Bits immer kürzer werden. Zudem sind  
5 die einzelnen Muster A-C jeweils derart ausgestaltet, daß der Musterendabschnitt spiegelsymmetrisch zu dem Musteranfangsabschnitt aufgebaut ist. Alternativ können auch für den Musteranfangsabschnitt und den Musterendabschnitt unterschiedliche Muster verwendet werden. Ebenso ist denkbar,  
10 die Punktierung auch nur auf einer Seite, d.h. entweder am Anfang oder am Ende des jeweiligen Datenblocks, durchzuführen.

Wie Fig. 2 entnommen werden kann, werden durch das Muster A -  
15 von den beiden Enden oder Rändern des zu punktierenden Datenblocks her gesehen - jeweils die Bits Nr. 2, 4, 7, 10, 14, 18, 22 und 26 an beiden Enden des Datenblocks punktiert. Beim Muster B werden hingegen die Bits Nr. 1, 3, 6, 9, 13, 17, 21 und 25 des jeweiligen Datenblocks punktiert, während  
20 beim Muster C die Bits Nr. 1, 2, 4, 6, 8, 11, 14 und 17 punktiert werden.

Es können auch Punktierungsmuster mit einer geringeren Punktierungsrate verwendet werden. Wird nach der Punktierung eine  
25 weitere, herkömmliche Punktierung mit einem gleichmäßigen Punktierungsmuster, d.h. mit einem äquidistanten oder annähernd äquidistanten Abstand zwischen den einzelnen punktierten Bits, verwendet, ist jedoch die Wahrscheinlichkeit größer, daß der durch die Erfindung erzielte Gewinn reduziert  
30 oder beseitigt wird. Daher ist die Verwendung von Punktierungsmustern mit einer zu den dargestellten Mustern A-C ähnlichen Punktierungsrate vorteilhaft.

Wie bereits erwähnt worden ist, kann die erfindungsgemäße  
35 Punktierung mit einem weiteren Punktierungsvorgang oder einem Repetierungsvorgang kombiniert werden, um schließlich die gewünschte Datenrate zu erhalten. Diese Aufgabe wird von der

in Fig. 1 gezeigten Einheit 6b wahrgenommen, welche hierzu vorzugsweise ein regelmäßiges oder annähernd regelmäßiges Punktierungs- oder Repetierungsmuster verwendet.

- 5 Es kann ungünstig sein, wenn auf die am Ende eines Datenblocks durchgeführte Punktierung eine Repetierung einer relativ großen Anzahl von Bits folgt. Zur Abhilfe können auch sämtliche Bits des jeweiligen Datenblocks mit Ausnahme der in dem anzuwendenden Punktierungsmuster mit '0' bezeichneten
- 10 Bits verdoppelt werden, wobei anschließend anstelle der ursprünglichen Repetierung die Punktierung der auf diese Weise verarbeiteten Bits mit einem passenden Punktierungsmuster durchgeführt wird. Als Ergebnis wird dann die gewünschte Anzahl von Bits bzw. die gewünschte Datenrate
- 15 erhalten. Anstelle der Verdoppelung kann auch allgemein eine Vervielfachung der Bits angewandt werden, wobei die mit '0' bezeichneten Bits nicht oder mit einem geringeren Faktor vervielfacht werden.
- 20 In Fig. 3A ist beispielhaft der Verlauf der Bitfehlerrate für die einzelnen übertragenen Bits eines Datenblocks in Abhängigkeit von ihrer Position oder Lage in dem Datenblock für eine herkömmliche Punktierung mit einer regelmäßigen Punktierungsrate von 20% (Kurve a) und für eine
- 25 erfindungsgemäße Punktierung mit dem obigen Muster C, bei der lediglich jeweils acht Bits am Anfang und Ende des Datenblocks mit einer jeweils zum Datenblockrand hin zunehmenden Punktierungsrate punktiert werden, in Kombination mit einer nachfolgenden regelmäßigen Punktierung mit einer
- 30 Punktierungsrate von 10% (Kurve b) aufgetragen. Aus Fig. 3A ist ersichtlich, daß durch Verwendung des erfindungsgemäßen Punktierungsmusters, durch welches insbesondere die Tailbits des zu übertragenden Datenblocks punktiert werden, ein gleichmäßigerer Verlauf der Bitfehlerrate über den gesamten
- 35 Datenblock erzielt werden kann. Da im mittleren Bereich des Datenblocks gegenüber der herkömmlichen Vorgehensweise

weniger häufig punktiert wird, kann dort eine geringere Fehlerwahrscheinlichkeit erhalten werden.

In Fig. 3B ist für dieselben Fälle der Verlauf der Gesamtfehlerrate über den Signal-Rausch-Abstand (SNR) aufgetragen. Aus Fig. 3B ist ersichtlich, daß mit Hilfe der Erfindung (Kurve b) eine gegenüber der herkömmlichen Vorgehensweise (Kurve a) um ca. 0,25dB verbesserte Bitfehlerrate erzielt werden kann.

Die vorliegende Erfindung wurde zuvor anhand der Verwendung in einem Mobilfunksender beschrieben. Selbstverständlich kann die Erfindung jedoch auch auf Mobilfunkempfänger ausgedehnt werden, wo ein zur Anpassung der Datenrate auf oben beschriebene Art und Weise punktiertes bzw. repetiertes Signal entsprechend dem jeweils verwendeten Punktierungs- bzw. Repetierungsmuster aufgearbeitet werden muß. Dabei werden in dem jeweiligen Empfänger für sendeseitig punktierte bzw. repetierte Bits zusätzliche Bits in den Empfangs-Bitstrom eingefügt bzw. zwei oder mehr Bits des Empfangs-Bitstroms zusammengefaßt. Bei Einfügen von zusätzlichen Bits wird für diese gleichzeitig in Form einer sogenannten 'Soft Decision'-Information vermerkt, daß ihr Informationsgehalt sehr unsicher ist. Die Verarbeitung des Empfangssignals kann in dem jeweiligen Empfänger sinngemäß in umgekehrter Reihenfolge zu Fig. 1 erfolgen.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Anpassung der Datenrate in einer Kommunikationsvorrichtung,  
5 umfassend eine Punktierung eines Datenblocks eines Datenstroms gemäß einem bestimmten Punktierungsmuster, um somit die Datenrate anzupassen, wobei durch die Punktierung dem Punktierungsmuster entsprechende Bits aus dem Datenblock entfernt werden,  
10 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die Punktierung mit einem Punktierungsmuster durchgeführt wird, welches von einem mittleren Bereich des Datenblocks zu mindestens einem Ende des Datenblocks hin eine stetig zunehmende Punktierungsrate aufweist.
- 15 2. Verfahren nach Anspruch 1,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die Punktierungsrate des Punktierungsmusters im mittleren Bereich des Datenblocks im wesentlichen 0% beträgt.
- 20 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die Punktierung mit einem Punktierungsmuster durchgeführt wird, welches von dem mittleren Bereich des Datenblocks zu  
25 beiden Enden des Datenblocks hin eine stetig zunehmende Punktierungsrate aufweist.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
30 daß das Punktierungsmuster einen ersten Musterabschnitt für den Anfangsbereich des Datenblocks, einen zweiten Musterabschnitt für den mittleren Bereich des Datenblocks und einen dritten Musterabschnitt für den Endbereich des Datenblocks aufweist, und  
35 daß das Punktierungsmuster derart ausgestaltet ist, daß die Punktierung des ersten Musterabschnitts spiegelsymmetrisch zu der Punktierung des dritten Musterabschnitts ist.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß mehrere aufeinanderfolgende Datenblöcke des Datenstroms  
5 mit demselben Punktierungsmuster punktiert werden.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1-4,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß das Punktierungsmuster in Abhängigkeit von der Länge des  
10 jeweils zu punktierenden Datenblocks entsprechend angepaßt  
wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6,  
dadurch gekennzeichnet,  
15 daß das Punktierungsmuster für einen Datenblock, dessen Länge  
kleiner als ein vorgegebener Grenzwert ist, verkürzt wird.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
20 daß das Punktierungsmuster derart ausgestaltet ist, daß durch  
die Punktierung, von dem entsprechenden Ende des zu  
punktierenden Datenblocks her betrachtet, die Bits Nr. 2, Nr.  
4, Nr. 7, Nr. 10, Nr. 14, Nr. 18, Nr. 22 und Nr. 26 des  
Datenblocks entfernt werden.

25  
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1-7,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß das Punktierungsmuster derart ausgestaltet ist, daß durch  
die Punktierung, von dem entsprechenden Ende des zu  
30 punktierenden Datenblocks her betrachtet, die Bits Nr. 1, Nr.  
3, Nr. 6, Nr. 9, Nr. 13, Nr. 17, Nr. 21 und Nr. 25 des  
Datenblocks entfernt werden.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1-7,  
35 dadurch gekennzeichnet,  
daß das Punktierungsmuster derart ausgestaltet ist, daß durch  
die Punktierung, von dem entsprechenden Ende des zu

punktierenden Datenblocks her betrachtet, die Bits Nr. 1, Nr. 2, Nr. 4, Nr. 6, Nr. 8, Nr. 11, Nr. 14 und Nr. 17 des Datenblocks entfernt werden.

5 11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
daß der zu punktierende Datenblock mit einem Faltungscode  
codierte Daten umfaßt, wobei der Faltungscode eine Coderate  
1/n und eine Constraint Length K aufweist, und  
10 daß das Punktierungsmuster derart ausgestaltet ist, daß durch  
die Punktierung aus einem Anfangs- und/oder Endbereich des  
Datenblocks, in dem bei der Codierung mit dem Faltungscode  
Tailbits eingefügt werden, insgesamt weniger als  $n \cdot (K-1)$  Bits  
entfernt werden.

15 12. Verfahren nach Anspruch 4 und Anspruch 11,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
daß das Punktierungsmuster derart ausgestaltet ist, daß durch  
die Punktierung aus dem Anfangsbereich und dem Endbereich des  
20 Datenblocks jeweils weniger als  $n \cdot (K-1)/2$  Bits entfernt  
werden

13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
25 daß nach der Punktierung des Datenblocks ein weiterer  
Punktierungsvorgang, durch den aus dem bereits punktierten  
Datenblock nochmals Bits gemäß einem weiteren  
Punktierungsmuster entfernt werden, oder ein  
Repetierungsvorgang, durch den in dem bereits punktierten  
30 Datenblock Bits gemäß einem bestimmten Repetierungsmuster  
verdoppelt werden, durchgeführt wird.

14. Verfahren nach Anspruch 13,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
35 daß das weitere Punktierungsmuster des weiteren  
Punktierungsvorgangs bzw. das Repetierungsmuster des  
Repetierungsvorgangs einer annähernd regelmäßigen Punktierung

15

bzw. Repetierung des bereits punktierten Datenblocks entspricht.

15. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
5 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
daß die Bits des Datenblocks vor der Punktierung zunächst vervielfacht werden, wobei bestimmte Bits des Datenblocks, welche gemäß dem Punktierungsmuster ausgewählt werden, gegenüber den übrigen Bits des Datenblocks mit einer  
10 geringeren Rate vervielfacht werden, und  
daß der aus dieser Vervielfachung resultierende Bitstrom des Datenblocks anschließend mit einer derartigen Punktierungsrate punktiert wird, daß sich eine gewünschte Repetierungsrate ergibt.

15

16. Kommunikationsvorrichtung,  
mit einer Punktierungseinrichtung (6) zur Punktierung eines Datenblocks eines der Punktierungseinrichtung (6) zugeführten Datenstroms gemäß einem bestimmten Punktierungsmuster, um die  
20 Datenrate des Datenstroms anzupassen, wobei die Punktierungseinrichtung (1) durch die Punktierung dem Punktierungsmuster entsprechende Bits aus dem Datenblock entfernt,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
25 daß die Punktierungseinrichtung (6) derart ausgestaltet ist, daß sie die Punktierung mit einem Punktierungsmuster durchgeföhrt, welches von einem mittleren Bereich des Datenblocks zu mindestens einem Ende des Datenblocks hin eine stetig zunehmende Punktierungsrate aufweist.

30

17. Kommunikationsvorrichtung nach Anspruch 16,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,  
daß die Kommunikationsvorrichtung (1) bzw. die Punktierungseinrichtung (6) zur Durchführung des Verfahrens  
35 nach einem der Ansprüche 1-15 ausgestaltet ist.

18. Kommunikationsvorrichtung nach Anspruch 16 oder 17,



16

d a d u r c h   g e k e n n z e i c h n e t ,  
daß die Kommunikationsvorrichtung (1) eine Mobilfunksende-  
oder Mobilfunkempfangsvorrichtung, insbesondere eine UMTS-  
Mobilfunksende- oder UMTS-Mobilfunkempfangsvorrichtung, ist.

1/3

FIG 1

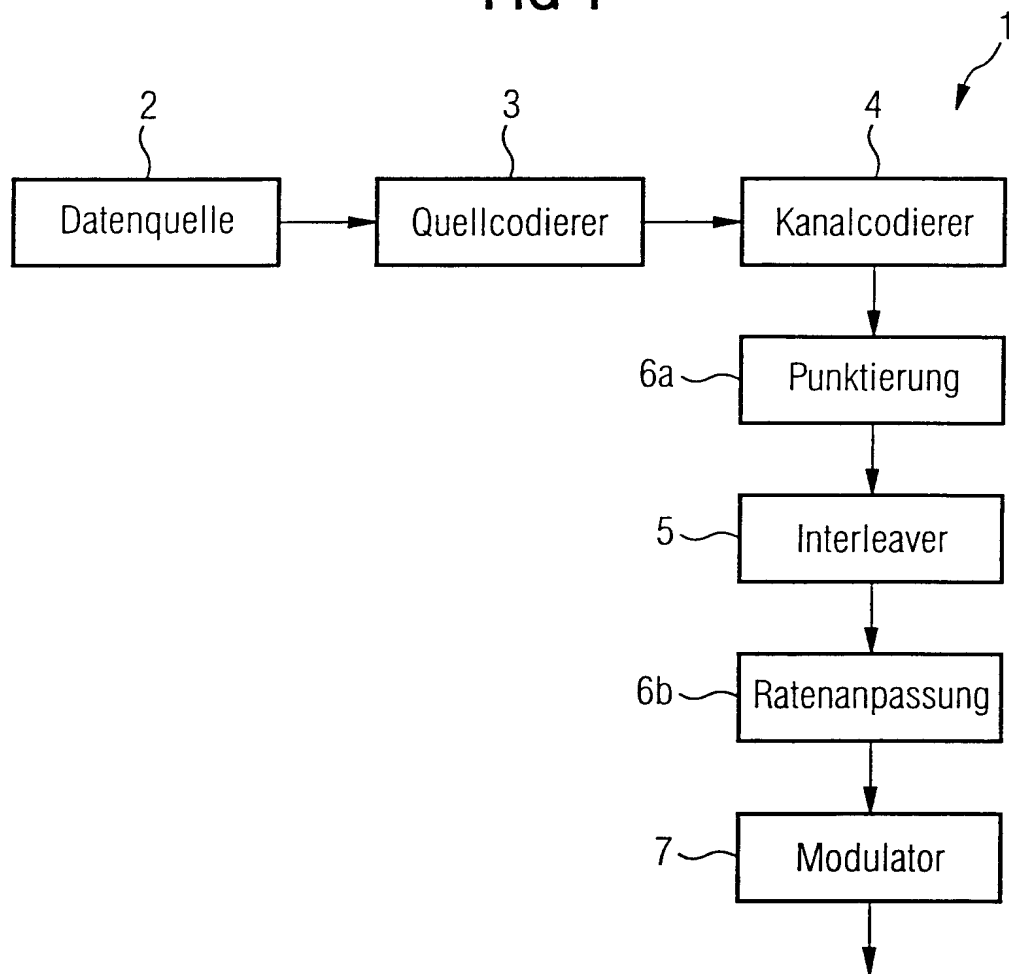


FIG 2

	Musteranfang	Mustermitte	Musterende
A	10101101101110111011101110	...11111...	01110111011101110110110101
B	0101101101110111011101110	...11111...	0111011101110111011011010
C	00101010110110110	...11111...	01101101101010100

3/3

FIG 3 A

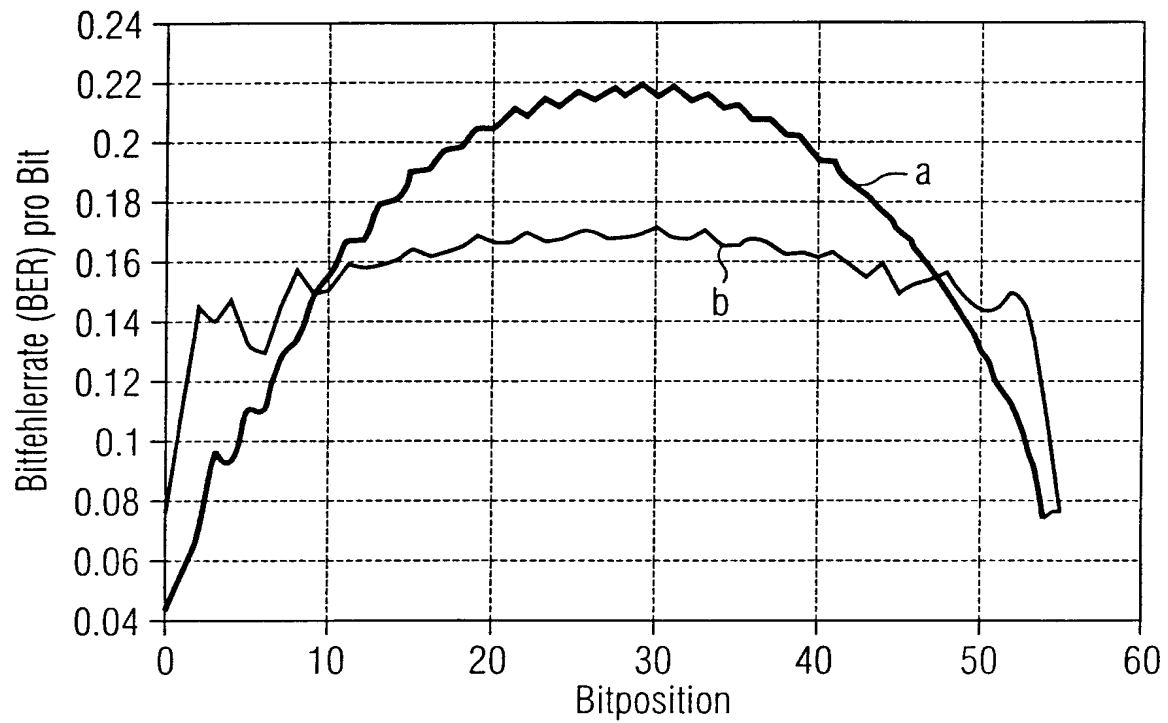
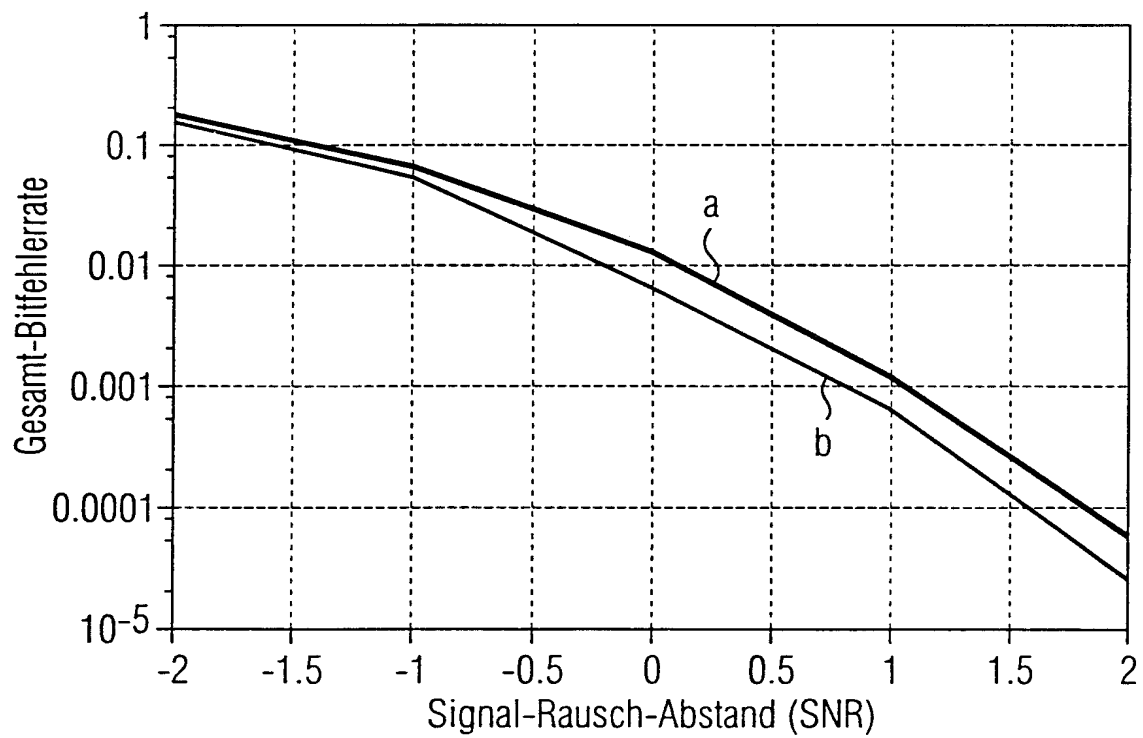


FIG 3 B



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int'l Application No

PCT/DE 00/01374

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 H04L1/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H04L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 909 434 A (ZEHAVI EPHRAIM ET AL) 1 June 1999 (1999-06-01) abstract column 2, line 18 - line 42 column 3, line 43 - line 62 table I figure 2	1,16
A	US 5 668 820 A (RAMESH RAJARAM ET AL) 16 September 1997 (1997-09-16) abstract column 3, line 8 - line 56	1,16
A	US 5 461 639 A (ZEHAVI EPHRAIM ET AL) 24 October 1995 (1995-10-24) abstract column 3, line 41 - column 4, line 2 column 4, line 34 - column 5, line 28	1,16

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

22 September 2000

Date of mailing of the international search report

29/09/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Toumpoulidis, T

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 00/01374

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5909434 A	01-06-1999	AU 717076 B	16-03-2000
		AU 3291597 A	05-01-1998
		BR 9709483 A	10-08-1999
		CN 1231785 A	13-10-1999
		EP 0903023 A	24-03-1999
		WO 9745976 A	04-12-1997
US 5668820 A	16-09-1997	AU 719888 B	18-05-2000
		AU 4771496 A	14-08-1996
		CA 2210867 A	01-08-1996
		CN 1169218 A	31-12-1997
		EP 0806086 A	12-11-1997
		FI 973083 A	18-09-1997
		JP 11502679 T	02-03-1999
		WO 9623360 A	01-08-1996
US 5461639 A	24-10-1995	US 5383219 A	17-01-1995
		AU 678874 B	12-06-1997
		AU 1187295 A	13-06-1995
		BR 9405789 A	12-12-1995
		CN 1116475 A	07-02-1996
		EP 0680675 A	08-11-1995
		FI 953501 A	20-07-1995
		IL 111689 A	16-08-1998
		JP 8506467 T	09-07-1996
		RU 2128397 C	27-03-1999
		WO 9515038 A	01-06-1995
		ZA 9408424 A	29-06-1995

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 00/01374

## A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 H04L1/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 H04L

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 5 909 434 A (ZEHAVI EPHRAIM ET AL) 1. Juni 1999 (1999-06-01) Zusammenfassung Spalte 2, Zeile 18 - Zeile 42 Spalte 3, Zeile 43 - Zeile 62 Tabelle I Abbildung 2	1,16
A	US 5 668 820 A (RAMESH RAJARAM ET AL) 16. September 1997 (1997-09-16) Zusammenfassung Spalte 3, Zeile 8 - Zeile 56	1,16
A	US 5 461 639 A (ZEHAVI EPHRAIM ET AL) 24. Oktober 1995 (1995-10-24) Zusammenfassung Spalte 3, Zeile 41 - Spalte 4, Zeile 2 Spalte 4, Zeile 34 - Spalte 5, Zeile 28	1,16



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

22. September 2000

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

29/09/2000

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Toumpoulidis, T

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationale Aktenzeichen

PCT/DE 00/01374

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5909434 A	01-06-1999	AU 717076 B	16-03-2000
		AU 3291597 A	05-01-1998
		BR 9709483 A	10-08-1999
		CN 1231785 A	13-10-1999
		EP 0903023 A	24-03-1999
		WO 9745976 A	04-12-1997
US 5668820 A	16-09-1997	AU 719888 B	18-05-2000
		AU 4771496 A	14-08-1996
		CA 2210867 A	01-08-1996
		CN 1169218 A	31-12-1997
		EP 0806086 A	12-11-1997
		FI 973083 A	18-09-1997
		JP 11502679 T	02-03-1999
		WO 9623360 A	01-08-1996
US 5461639 A	24-10-1995	US 5383219 A	17-01-1995
		AU 678874 B	12-06-1997
		AU 1187295 A	13-06-1995
		BR 9405789 A	12-12-1995
		CN 1116475 A	07-02-1996
		EP 0680675 A	08-11-1995
		FI 953501 A	20-07-1995
		IL 111689 A	16-08-1998
		JP 8506467 T	09-07-1996
		RU 2128397 C	27-03-1999
		WO 9515038 A	01-06-1995
		ZA 9408424 A	29-06-1995